O USO DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS-FONTE DE SEDIMENTOS EM AMBIENTES URBANOS. RESULTADOS PRELIMINARES NA REGIÃO DA REPRESA GUARAPIRANGA- SP

Juliana de Paula SILVA 1

RESUMO

Segundo GREGORY (1192,p.181), os geógrafos físicos passaram a preocupar-se com o significado da atividade humana no ambiente somente a partir das década de 1950 ou 1960. Atualmente, a inserção do antrópico como agente de processos geomorfológicos vem sendo incorporada por um número cada vez mais significativo de pesquisadores na área da geomorfologia, devido à formação de grandes metrópoles, e os problemas sócio-ambientais decorrentes deste processo. Este estudo propõe-se a contribuir com a aplicação de metodologias desenvolvidas pela geomorfologia antrópica, mais especificamente pela cartografia geomorfológica retrospectiva, encontrando taxas de processos acelerados pela urbanização em uma área de manancial. Os índices encontrados devem servir como referência para alimentar a lista dos Geoindicadores COLTRINARI (1995, 2001) no domínio tropical úmido, onde poucas pesquisas a este respeito foram realizadas. Neste artigo serão apresentadas referências metodológicas demonstrado o estado da arte das pesquisas referentes ao tema, e serão apresentados resultados preliminares do trabalho que está sendo desenvolvido na Região da Represa Guarapiranga, cujo objetivo final é reconhecer e dimensionar o papel da urbanização no meio tropical úmido como uma modalidade de intervenção capaz de imprimir uma nova morfodinâmica, modificando vetores, velocidades e balanços dos sistemas envolvidos. Será privilegiado o reconhecimento da sedimentação na interface flúvio-lacustre, sendo esse um dos principais indicadores para interpretação das mudanças nos balanços dos processos das bacias hidrográficas envolvidas. Finalmente, os resultados deste trabalho deverão colaborar para a incorporação da cartografia geomorfológica como instrumento de planejamento em área urbanas, uma vez que o assoreamento de reservatórios para abastecimento de água, e/ou geração de energia elétrica, acarretam uma diminuição na capacidade de armazenamento e na vida útil destes reservatórios, devido ao assoreamento acelerado por um manejo inadequado das áreas de mananciais.

INTRODUÇÃO

Estudos relacionados ao impacto do antrópico no meio físico passam a se difundir principalmente a partir dos anos 60 ou 70, quando surge a preocupação com a finitude dos recursos naturais e possíveis alterações nos ciclos naturais globais provocadas pelo avanço de técnicas mais transgressoras ao meio ambiente. Devido a este curto espaço de tempo e dada a complexidade e importância do tema, os parâmetros metodológicos e técnicos para estudos dessa natureza encontram-se em fase de desenvolvimento.

Quanto aos estudos na geografia física, GREGORY (1992, p.181) afirma que *"o efeito da atividade humana sobre o ambiente tem sido muito evidente e cada vez maior. Entretanto, até a década de 1950 ou 1960 o significado da atividade humana não despertava muito a atenção dos geógrafos físicos que, pelo contrário, optavam pelo estudo da mudança*

[1] Universidade de São Paulo, Aluna do Programa de Pós graduação em Geografia Física, julianadepaula@yahoo.com

ambiental antes do homem, para buscar conhecer processos não modificados por ele ou, quando muito, incluir o homem como elemento secundário ou apêndice".

Dentro deste novo enfoque de pesquisa, temos o crescimento acelerado da metrópole de São Paulo nos últimos 50 anos como um fenômeno dos mais considerados por pesquisadores de várias áreas do conhecimento, pois propiciou modificações profundas e rápidas na paisagem que implicaram na mudança de qualidade dos ambientes socialmente produzidos.

Este dinamismo oferece a possibilidade da inserção de metodologias desenvolvidas a partir dos anos 60, no âmbito da geomorfologia, que procuram mensurar os efeitos da urbanização acelerada no meio físico considerando o homem como agente geomorfológico.

Apesar dessas metodologias estarem atualmente consolidadas no cenário da geomorfologia, sua aplicação ainda é restrita no caso brasileiro. Neste estudo, parte dessas referências metodológicas serão aplicadas em áreas representativas do crescimento urbano e seus problemas.

Para a escolha da área de estudo, foi realizado um pré levantamento e selecionadas áreas onde a interferência antrópica pudesse ser mensurada utilizando-se os recursos oferecidos pela cartografia geomorfológica. A área escolhida foi a Represa Guarapiranga, o segundo maior reservatório para abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo. Por ser uma represa voltada ao abastecimento, trata-se de um ambiente de deposição que apresenta pouca oscilação, funcionando como uma espécie de "caixa" de registro dos processos que ocorreram em seu entorno.

Para análise numa escala mais detalhada, foram selecionados remansos de duas bacias afluentes que, por estarem na interface entre as dinâmicas fluvial e lacustre, servirão como referência para reconhecimento dos processos morfodinâmicos gerados por ações antrópicas nessas sub-bacias: Trata-se da bacia hidrográfica do Ribeirão Guavirutuba e da bacia hidrográfica do Ribeirão Jaceguay[2] (Figura 2). A primeira apresenta-se atualmente com uma urbanização consolidada principalmente por construções de baixo padrão e a segunda apresenta predominantemente mata semi-preservada, uso agrícola e recreativo.

O reservatório Guarapiranga foi construído entre 1906 e 1908 pela então *"The São Paulo Tramway, Light & Power Co"* destinado à regularização da vazão do Rio Tietê e à geração de energia elétrica na Usina Hidrelétrica de Parnaíba instalada no mesmo rio. A partir de 1927 passou a contribuir para o abastecimento de água com mil litros/segundo MENDES & CARVALHO (2000).

Segundo SALES (2000), devido ao potencial paisagístico, impresso pela represa até a década de 40, os usos nos seus arredores eram predominantemente destinados ao lazer dos paulistanos, como chácaras e clubes. Na década de 60, com a implantação do sistema de marginais ao canal do Rio Pinheiros, houve um crescimento da malha urbana com o surgimento de edificações de alto padrão nas direções sul/sudoeste. Nas décadas de 70/80, com o deslocamento do setor terciário às proximidades da Marginal do Rio Pinheiros esta tendência acentuou-se.

Paralelamente a isso, devido à crescente demanda por moradias populares, foi crescendo o número de edificações de baixo padrão na margem esquerda da represa (onde está situado o Ribeirão Guavirutuba), pois o relevo mais dissecado inviabilizava a construção de edificações regulamentadas.

[2] A Carta Topográfica 1:10.000 (EMPLASA, 1981) não traz o nome do rio principal de uma das bacias hidrográficas selecionadas, neste trabalho convencionou-se chamá-lo Ribeirão Jaceguay por sua proximidade à Estrada Jaceguay.

Na tentativa de controlar o crescimento urbano acelerado, que acentuou-se em meados da década de 70, os responsáveis pelo planejamento metropolitano elaboraram as leis estaduais 898/75 e 1.172/76, que foram aprovadas com o intuito de preservar o conjunto de mananciais que alimentam a represa. Estas leis, entretanto, acabaram gerando um efeito inverso ao esperado: a proibição quase absoluta de qualquer tipo de edificação na área gerou uma desvalorização imobiliária e o avanço de construções irregulares de baixo padrão, carentes de qualquer infra-estrutura.

De acordo com os relatórios do PDPA Guarapiranga, 2000 (Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga), no início da década de 90, a proliferação de algas no corpo d´água da represa, fruto de contaminação direta e indireta, gerou uma preocupação com a qualidade da água e a conseqüente perda temporária ou definitiva do manancial para abastecimento público.

Para tentar reverter este processo, o Governo do Estado de São Paulo desenvolveu um projeto denominado “Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga”, entre os anos de 1993 e 2000, incluindo estudos que abrangeram os impactos da urbanização, um plano de gerenciamento e monitoramento, e a execução de obras e serviços visando a melhoria da qualidade de vida da população residente nos mananciais, aliados à fiscalização e implantação de sub-projetos visando a contenção do crescimento urbano no local.

Em uma análise preliminar desses estudos, verificou-se uma maior ênfase na questão da qualidade da água no reservatório, privilegiando-se, portanto, análises químicas e biológicas em detrimento de análises sedimentométricas históricas e espaciais. Exceção seja feita à pesquisa sobre a dinâmica sedimentar do reservatório Guarapiranga, realizado pelo IPT/Jaakko Poyry Engenharia Ltda (IPT, 1998). Os dados gerados por essa pesquisa foram reaproveitados para um estudo posterior solicitado pelo PDPA Guarapiranga (IPT, 2000). Este estudo teve o seu foco voltado à quantidade de sedimentos depositados na represa, não levando em consideração as características e mudanças espaciais das áreas-fonte, as características e mudanças espaciais da interface fluvio-lacustre ou as modificações espaciais do contorno da represa.

Dentro destes aspectos não abordados é que se propõe a trabalhar este estudo. Pretende-se, contudo, correlacionar os dados espaciais a serem levantados aos dados sedimentométricos obtidos nos estudos anteriormente mencionados, além da correlação com dados de uso da terra na Bacia Hidrográfica.

Nesta pesquisa buscar-se-á, com base nos subsídios oferecidos pela geografia física, utilizando-se principalmente a cartografia evolutiva, chegar a resultados que auxiliem na proposição de parâmetros para se reconhecer e dimensionar, através da análise comparativa entre o funcionamento interno de sistemas físicos pouco perturbados e sistemas físicos com urbanização consolidada, o impacto das ações antrópicas urbanas no meio tropical úmido, colaborando, assim, para a discussão dos geoindicadores (COLTRINARI & McCALL, 1995; GUPTA, 1999a, 1999b).

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Os objetivos centrais desta pesquisa são o de reconhecer e dimensionar o papel da urbanização no meio tropical úmido como uma modalidade de intervenção capaz de imprimir uma nova morfodinâmica modificando vetores, velocidades e balanços dos sistemas geomorfológicos envolvidos. Será privilegiado o reconhecimento da sedimentação na interface flúvio-lacustre, sendo esse um dos principais indicadores para interpretação das mudanças nos balanços dos processos das bacias hidrográficas envolvidas.

Por meio desse indicador é possível avaliar, entre outros, os efeitos da urbanização e as mudanças morfodinâmicas das bacias hidrográficas, que passarão a ter outro papel como área fonte de sedimentos.

Por fim, a pesquisa deverá contribuir na aplicação e teste de metodologias em construção, como a Antropogeomorfologia (NIR, 1983), e os Geoindicadores (COLTRINARI, 2001), em ambiente de clima tropical úmido.

Para se chegar aos objetivos principais serão propostos os seguintes objetivos específicos:

* Produzir documentos cartográficos na escala 1:10.000 demonstrando a evolução da sedimetação para se proceder uma análise espacial comparativa entre os remansos de duas bacias hidrográficas: Guavirutuba e Jaceguay. Os períodos a serem considerados serão os anos de 1932, 1952, 1962, 1973, 1986, 1994 e 2000.

* Sistematizar e analisar informações obtidas a partir de documentos cartográficos, imagens de satélite e fotografias aéreas, sobre a evolução da urbanização nas sub-bacias hidrográficas nos anos citados anteriormente, segundo modalidades de urbanização significativas para a morfodinâmica, produzindo-se gráficos e tabelas.

* Levantar dados de operação da represa e dados sedimentométricos, cujas variáveis serão imprescindíveis para a análise das mudanças espaciais a serem mapeadas.

Com esta pesquisa serão realizados o resgate da morfologia original e o cotejo das modificações ocorridas ao longo de quase uma centena de anos de história da represa. Por meio dessas análises será possível reconhecer até que ponto estas mudanças foram provocadas diretamente pela urbanização, uma vez que esta será tratada como agente geomorfológico, capaz de modificar taxas de produção, transporte e sedimentação, vetores, velocidades e balanços de um sistema.

Por outro lado, a discussão dos geo-indicadores (COLTRINARI & McCALL, 1995;COLTRINARI, 2001; GUPTA 1999a, 1999b) também será explorada como parâmetro para distinguir-se as causas naturais das antrópicas na análise evolutiva do modelado. Esta questão assume, atualmente, uma grande importância, na medida em que profundas modificações vêm ocorrendo de forma rápida no planeta Terra, tornando cada vez mais imprecisos os limites entre a dinâmica natural do planeta e aquela resultante das intervenções humanas. Com esta pesquisa, novos dados serão oferecidos para alimentar os debates e a própria composição da lista dos geoindicadores no meio tropical úmido.

Uma outra questão muito importante envolvendo, de um lado a atual escassez dos recursos naturais, e, do outro, a alta demanda exigida pelos grandes centros urbanos, é o problema relacionado ao assoreamento e perda da capacidade do volume útil de reservatórios de armazenamento de água para consumo ou geração energia elétrica.

Estudos voltados a esta problemática são cada vez mais necessários, uma vez que toda construção de barragem para represamento gera impactos ambientais de grandes proporções. Segundo OLIVEIRA (1994, p. 61) *"Se os reservatórios são de abastecimento de água, a perda de volume implica problemas de fornecimento de água, nos períodos de estiagem, nos quais a função regularizadora da acumulação fica prejudicada pelo volume assoreado"*. Além do assoreamento no corpo d'água do reservatório, OLIVEIRA (op. cit. p. 63) também chama atenção para a sedimentação nas áreas dos remansos: "*Os depósitos expressivos avançam para o reservatório, mas também para montante do remanso, devido à propagação remontante da atenuação da velocidade das águas. Este processo de desenvolvimento do depósito provoca o aumento progressivo da extensão de áreas marginais submetidas a enchentes. Além disto, o extravasamento do canal fluvial incrementa a erosão das margens, realimentando o processo. As desembocaduras, trechos de transição do regime fluvial para o lacustre, constituem, portanto, locais instáveis, não só devido à oscilação operacional do nível do reservatório, mas também pela alteração contínua das condições hidráulicas, provocada pelos processos locais de sedimentação e erosão".*

No presente estudo, esta questão será abordada de forma preferencial, uma vez que haverá um recorte espacial de dois remansos, cuja evolução será detalhada através da cartografia geomorfológica evolutiva.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E UNIVERSO DE ANÁLISE

Segundo PDPA Guarapiranga (2000), este reservatório está situado a 740 metros de altitude, a 23°43' de latitude sul e 46°32' de longitude oeste, possuindo uma área de drenagem de 631 Km^2, área superficial de 34 Km^2, volume de 195 x $10^6 m^3$, profundidade média de 5 a 7m e máxima de 13m, e um perímetro de 85 Km. A região de manancial inclui os municípios de Embu Guaçu, São Paulo, Embu, Itapecirica da Serra, Cotia e Juquitiba. É o segundo maior manancial destinado ao abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo.

Nesta pesquisa será feito um recorte espacial em duas áreas de remanso do reservatório, como será detalhado posteriormente. O corpo d'água da Represa Guarapiranga situa-se na Região Sul do município de São Paulo, como demonstra a figura 2.

Do ponto de vista litológico, a represa situa-se no contato entre os sedimentos da Formação São Paulo e o embasamento cristalino, com formações pré-Cambrianas do Grupo São Roque. Segundo a Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo (EMPLASA, 1980), encontramos nos arredores do reservatório micaxistos e/ou meta-arenitos de médio grau metamórfico e xistos miloníticos em zonas de movimentação tectônica, além de migmatitos e gnaisses graníticos e miloníticos, referentes ao embasamento pré-Cambriano. Na Formação São Paulo, encontramos argilas, areias e cascalhos, além de depósitos alúvio-coluvionais relativos ao período Quaternário.

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS,1997), a Represa Guarapiranga está no contato entre o Planalto Paulistano/Alto Tietê (à esquerda) e o Planalto de São Paulo (à direita). No Planalto Paulistano predominam formas denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente de morros médios e altos com topos convexos. As altimetrias predominantes estão entre 800 e 1.000 metros e as declividades variam de 20 a 30%. Os solos mais encontrados são do tipo Argissolo Vermelho-amarelo e Cambissolos, e a drenagem apresenta um padrão dendrítico. No Planalto de São Paulo predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente por colinas e patamares aplanados. As altimetrias variam entre 700 e 800 metros e as declividades oscilam de 10 a 20%. Os solos mais encontrados são Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-escuro.

A ocupação no entorno da represa é muito variada, apresentando desde áreas totalmente urbanizadas, ou em fase de expansão urbana (alto e baixo padrão), até regiões com uso agrícola e recreativo, conservando inclusive remanescentes da Mata Atlântica (PDPA Guarapiranga, 2000).

Neste contexto regional serão realizados dois recortes espaciais que possibilitarão a abordagem analítica descrita nos objetivos: os remansos localizados na foz do Ribeirão Guavirutuba e do Ribeirão Jaceguay (figura 2). A escolha destes dois remansos deve-se ao fato das suas bacias hidrográficas apresentarem morfologia de vertentes, características hidrográficas (comprimento, declividade, ordem e hierarquia dos rios) e litologia semelhantes, porém uma história de ocupação diferenciada. A primeira apresenta uma fase de aproximadamente 20 anos de consolidação urbana de baixo padrão, onde há ocorrência de lotes em escadaria, ruas com e sem asfalto, terrenos desmatados, solo nu, cortes e aterros. A segunda ainda pode ser considerada uma região semi-preservada, com uso agrícola, áreas de lazer e remanescentes de Mata Atlântica (figura 1).

Figura 1: Imagem de satélite: Landsat7 ETM+ (2000) - Delimitação aproximada das Bacias Hidrográficas selecionadas demonstrando os diferentes padrões de ocupação em cada uma: ao norte a Bacia do Ribeirão Guavirutuba apresenta predominantemente uso urbano, enquanto ao sul, a Bacia do Ribeirão Jaceguay apresenta predominantemente uso agrícola e mata secundária.

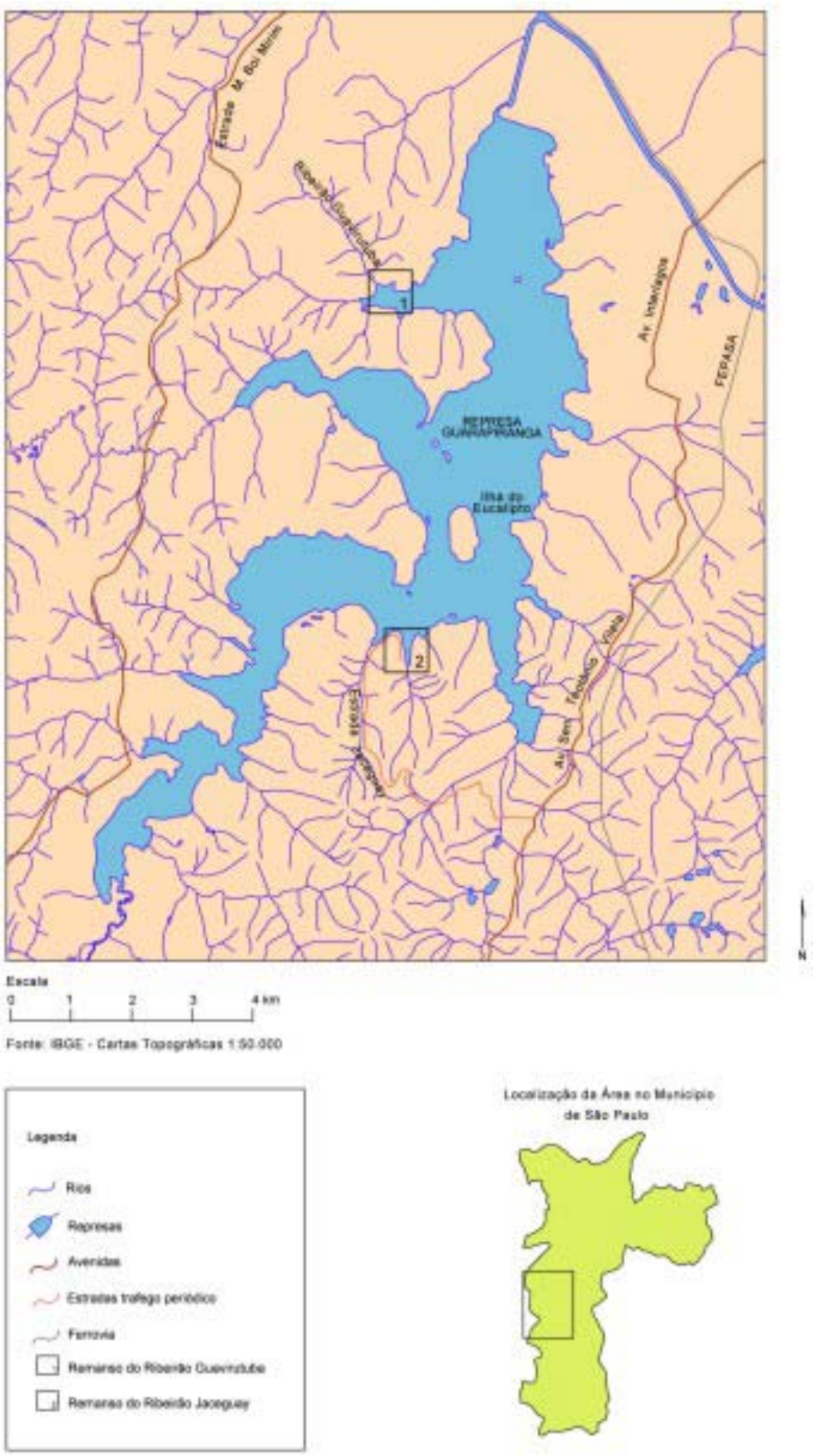

Figura 2: Localização da Área de Estudo

A seguir serão detalhados os parâmetros utilizados para seleção das duas sub-bacias:

- Ordem: As duas bacias são classificadas, segundo STRAHLER (1952), como bacias de terceira ordem.

- Área/ Perímetro: A bacia do Ribeirão Guavirutuba tem uma área de 3,7 Km² e perímetro de 9,0 Km. A Bacia do Riberião Jaceguay tem 1,83 Km² de área e 7,4 Km de perímetro.

Apesar de ficar evidente uma significante diferença entre a área das duas bacias, isto será considerado na análise dos dados. A escolha foi a mais viável dentro do contexto extremamente complexo da morfologia X urbanização nos arredores da Bacia de São Paulo.

- Geologia/Morfologia: Nas duas sub-bacias predominam os micaxistos, que estão relacionados às maiores altitudes e declividades, e aos relevos mais dissecados. Na cabeceira do Ribeirão Guavirutuba há também ocorrência de migmatitos com modelado pouco menos dissecado em relação aos micaxistos. Próximo aos níveis de base locais, encontram-se os sedimentos Quaternários, que são relacionados às superfícies mais aplanadas e menores declividades das bacias hidrográficas selecionadas. Os sedimentos Terciários são encontrados no Ribeirão Jaceguay em superfícies mais baixas, com menores declividade e dissecação em relação ao embasamento pré-Cambriano circundante.

As informações geológicas foram obtidas com base no Mapa Geológico (EMPLASA-1984) em escala 1:50.000 que foram transferidas para a base cartográfica 1:10.000.

- Perfil Longitudinal: A análise dos perfis também demonstra uma diferença de tamanho entre dos dois rios principais. Quanto à geometria, nota-se uma maior declividade na área de cabeceira do Ribeirão Jaceguay. Este dado está relacionado à ocorrência de migmatitos na cabeceira do Ribeirão Guavirutuba uma vez que esta litologia imprime um modelado menos dissecado em relação aos micaxistos.

Deve-se ressaltar que a busca destes parâmetros para escolha das Bacias Hidrográficas a serem comparadas foi um passo bastante importante da pesquisa. A identificação de duas áreas com características físicas mais parecidas e antrópicas com grandes diferenças não foi possível, como já observado anteriormente. No entanto estas diferenças encontradas nos parâmetros físicos serão consideradas nas análises, evitando resultados equivocados e sem validade científica.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Segundo RODRIGUES (1999), apenas recentemente a inserção do antrópico em estudos do meio físico vem sendo realizada de forma mais padronizada e articulada. A autora faz uma revisão da literatura em geomorfologia e dos principais estudos realizados no Brasil envolvendo planejamento físico-territorial e a abordagem do antrópico em Geografia Física e Geomorfologia. Em sua sistematização, propõe um resgate dos princípios básicos de geomorfologia pura, e a utilização de um conjunto de orientações advindas de estudos que se preocupam especificamente com o dimensionamento e previsão dos efeitos das ações antrópicas como agente geomorfológico. A autora destaca a coerência e complementariedade dessas propostas. Autores e referências citados nesta linha de pesquisa foram TOY & HADLEY, 1987; DOUGLAS, 1983; TRICART, 1977; TRICART & KILLIAN, 1979; NIR, 1983; LEWIN, 1980; ORME, 1981; DOUGLAS, 1983; HART, 1986; VERSTTAPEN, 1983).

Em sua apropriação, a autora destaca a importância do levantamento e análise das mudanças espaciais por meio da cartografia geomorfológica e de reconstituição das formas e processos em estágios pré-perturbação, perturbação ativa e consolidação.

Até a atualidade, os trabalhos brasileiros que utilizam o aparato metodológico fornecido pela geomorfologia antrópica ainda são desenvolvidos de forma muito tímida. Por outro lado, ao invés das metodologias adequadas serem incorporadas pelos estudos técnicos, os "erros"

técnicos acabam sendo introduzidos de forma descuidada, no meio acadêmico, comprometendo a qualidade e atualidade das pesquisas em relação aos avanços científicos verificados até o presente (RODRIGUES, 1997).

Segundo NIR (1983), uma ciência é reconhecida por sua metodologia e paradigmas. A apresentação de paradigmas em antropogeomorfologia (termo proposto pelo autor) depende da qualidade e sofisticação de seus métodos. Para isto inclui como necessidade:

- uma abordagem histórica, onde se reconhece a intervenção nas formas, uso da terra e manejo e os processos geomorfológicos;
- uma abordagem sócio-econômica para diferenciar taxas e extensões dos processos geomorfológicos observados;
- uma abordagem de planejamento.

Uma orientação comum aos autores que tratam o fator antrópico como agente geomorfológico (NIR, 1983; DOUGLAS, 1983; VERSTAPEN, 1983, entre outros) é a necessidade de reconhecimento do estágio pré-urbano e a busca, através dos dados disponíveis (como fotografias aéreas, dados climáticos, sondagens, documentos cartográficos, etc), da morfodinâmica anterior às perturbações antrópicas. Posteriormente, recomenda-se o resgate da dinâmica desenvolvida no estágio inicial de urbanização, e só então o entendimento dos processos atuais (urbanização consolidada) seriam reconhecidos. Este procedimento tem revelado diferentes taxas de erosão e sedimentação nestes três estágios. Estas colocações são reforçadas nos estudos de RODRIGUES (1997a, 1999).

Seguindo a orientação de NIR (1983), a reconstituição do ambiente natural será baseada na abordagem ecodinâmica de TRICART (1977), a qual propõe que o ambiente seja estudado através da abordagem sistêmica, que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações de equilíbrio dinâmico. O componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre, entretanto, é o morfogênico, pois ele produz a instabilidade da superfície, que é um fator limitante ao desenvolvimento dos seres vivos.

Outra orientação encontrada nas obras voltadas à geomorfologia urbana é a necessidade de uma abordagem espacial multiescalar. Neste tipo de estudo, as escalas globais/regionais (grandes domínios morfoclimáticos) não são suficientes para o entendimento dos processos. Por outro lado, o estudo realizado apenas numa escala detalhada pode levar a correlações e interpretações errôneas em virtude da perda de referências da totalidade do sistema completo.

A abordagem do antrópico como agente geomorfológico, entretanto, deve ser feita com cautela, pois *"no caso das mudanças de curto prazo que afetam o planeta, a maior dificuldade está na distinção entre causas naturais e antrópicas; para isso, é necessário estabelecer parâmetros e avaliar os componentes naturais de cada mudança antes de poder estimar de modo realista a contribuição antrópica"* COLTRINARI (1995, p.5).

Para que esta distinção seja realizada e os parâmetros da ação antrópica no meio não sejam mensurados de forma errônea, COLTRINARI (1995) propõe a utilização dos *geoindicadores*.

Em 1987, o texto da Agenda 21, formulada no âmbito da Cúpula da Terra, recomendou medidas necessárias para a busca do desenvolvimento sustentável, promovendo a discussão de acordos internacionais sobre mudanças globais e biodiversidade entre outros. COLTRINARI (2001). Atendendo a esta recomendação, a União Internacional de Ciências Geológicas criou um grupo de trabalho voltado ao estudo dos geoindicadores, definindo-os como: *"medidas de magnitudes, frequências, taxas e tendências de processos ou fenômenos geológicos que ocorrem em períodos de 100 anos ou menos, na – ou próximo à superfície terrestre, sujeitas a variações significativas para compreensão das mudanças*

ambientais rápidas" COLTRINARI (1995, p.7). Segundo BERGER (1996) a busca de geoindicadores vem suprir uma lacuna nos estudos ambientais relacionados às mudanças nos sistemas naturais, que criam o pano de fundo dinâmico do desenvolvimento humano.

COLTRINARI (2001 pág.313) destaca também a "*dificuldade em estabelecer limites claros entre os efeitos dos processos naturais e aqueles dos processos antrópicos (...), em particular nas áreas onde a expansão das concentrações urbanas chegam antes que os pesquisadores"*

Para tentar chegar à distinção entre os processos naturais e antrópicos na área de estudo, levando em consideração a questão citada acima, utilizar-se-á nesta pesquisa a cartografia geomorfológica evolutiva, buscando a correlação espaço-temporal entre uso urbano e morfologia dos remansos (interface flúvio-lacustre) das duas bacias hidrográficas, que apresentam graus distintos de intervenção antrópica: Uma das principais referências para essa distinção original X antrópico é a morfologia original, ou pré-barramento, que será reconhecida através da evolução cartográfica proposta.

GUPTA (1999a, 1999b) desenvolve o estudo dos geoindicadores voltado às regiões de clima tropical úmido, onde os processos geomorfológicos naturais relativos primeiramente ao intemperismo e secundariamente à erosão, transporte e sedimentação ocorrem de forma mais rápida. Portanto, os parâmetros dos geoindicadores estabelecidos aos ambientes de clima temperado não são aplicáveis nestes casos. Após produção e análise de estudos realizados em áreas urbanas de países tropicais, o autor elaborou uma lista de geoindicadores relativos a estes ambientes, que vem auxiliar as pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável em áreas tropicais.

Coltrinari (2001) apresenta uma tabela de geoindicadores aplicáveis às áreas de clima tropical úmido. Dentre eles, serão abordados nesta pesquisa os seguintes:

Tabela 1: Geoindicadores aplicáveis às áreas de clima tropical úmido

LISTA OFICIAL	CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO
Morfologia dos canais fluviais	Apreciação direta: Mapeamento das mudanças da morfologia na interface flúvio-lacuestre (remansos).
Vazão e carga sólida dos rios	Apreciação indireta: Morfologia dos remansos
Aluvionamento	Apreciação direta e indireta: Volume de sedimentos (dados de sondagem) e mudanças morfológicas (cartografia evolutiva).
Volume e área dos depósitos tecnogênicos	Apreciação direta e indireta: Dados de sondagens e mudanças morfológicas nos remansos.
Mudanças qualitativas e quantitativas na cobertura vegetal	Apreciação direta e ampliada: Análise de dados do uso do solo nos anos selecionados

A representação da evolução do modelado dos dois remansos selecionados será realizada utilizando-se os critérios da cartografia geomorfológica de detalhe, que é um importante instrumento de análise em geografia física por apresentar todas as informações necessárias à compreensão da morfodinâmica de uma determinada área de estudo, espacializando-a e descrevendo-a na legenda, que deve ser elaborada de forma completa e de fácil leitura.

A metodologia adotada para essa cartografia será a francesa, como sugere COLTRINARI (1982). Segundo a autora, *"a carta geomorfológica de detalhe deve fornecer uma descrição*

completa de todos os elementos do relevo e do modelado da região a que se referem" TRICART (1965) *apud* COLTRINARI (1982, p.55), sendo que o relevo é o conjunto das grandes unidades que se distinguem na paisagem (serras, maciços, planaltos, escarpas) geradas pelas forças internas, e o modelado é o conjunto de formas devidas à atuação direta ou indireta do clima sobre o relevo (vales, terraços, anfiteatros).

LIMA (1990) desenvolve um trabalho voltado à cartografia geomorfológica evolutiva em ambiente urbano. A partir das orientações básicas de TRICART (1977) e da geomorfologia urbana, elabora uma legenda adequada ao mapeamento da Bacia do Ribeirão Guavirutuba. A bacia inteira foi mapeada, em escala 1:10.000 nos anos de 1962, 1973 e 1986. Esta pesquisa será utilizada como referência, uma vez que parte da área de estudo é coincidente.

Nas cartas de detalhe são focalizados o 8º e o 9º taxon de TRICART e CAILLEUX (1965), indicados para a representação da dinâmica de vertentes e das próprias ações antrópicas diretas. Cabe ressaltar que a cartografia evolutiva proposta não trata-se de mapeamento geolorfológico, mas sim da proposição de uma legenda específica para representar a evolução dos níveis de assoreamento nos remandos em cada período selecionado.

Além das referências metodológicas citadas anteriormente, há necessidade da pesquisa também na área da sedimentologia enfocando a questão do assoreamento, a fim de estabelecer-se critérios de análise na última etapa do trabalho.

O primeiro conceito a ser definido nesta área é o de sedimentação, uma vez que este é o processo geomormológico mais importante a ser considerado na análise desta pesquisa. De acordo com SUGUIO (1998 - pág. 691) sedimentação é a "*deposição de partículas minerais ou orgânicas em meio suaquoso ou subaéreo sob condições físico químicas normais, isto é, próximas às da superfície terrestre. O material transportado pode ser derivado de rochas preexistentes ou originados por processos biológicos. O processo tem início quando a força transportadora é sobrepujada pelo peso das partículas (sedimentos clásticos ou detríticos) ou quando a água torna-se supersaturada em solutos (sedimentos químicos) ou por atividade ou morte de organismos (sedimentos orgânicos ou bioquímicos)".*

Outro conceito chave para este trabalho é o de assoreamento. Segundo SUGUIO (1998 - pág. 67) o assoreamento é definido como *"o ato de encher com sedimento ou outros materiais detríticos um baía, lago ou mar. Este fenômeno pode ser produzido naturalmente por rios, correntes costeiras e ventos, ou ainda através da influência antrópica por obras de engenharia civil, tais como portos, barragens, etc".*

Em CAMPAGNOLI (2002 pág 22), encontramos outra definição do termo seguida de considerações sobre o assoreamento em lagos e reservatórios: *"O assoreamento constitui-se um processo de deposição sedimentar acelerada, que ocorre em corpos d'água de diversas naturezas, tais como córregos, rios, lagos, estuários e ambientes praiais. Sua ocorrência denota um desequilíbrio entre a produção de sedimentos de uma bacia e a capacidade transportadora de sua rede de drenagem.*

Em ambientes continentais, o assoreamento pode resultar de uma alta produção sedimentar de uma bacia hidrográfica, devido à eficiência dos processos erosivos, que se instalaram em função da alta suscetibilidade de seus terrenos e/ou dos impactos resultantes do uso inadequado do solo, da expansão urbana desordenada, da utilização agrícola sem técnicas conservacionistas, dos desmatamentos generalizados, das obras viárias sem a devida dissipação das águas pluviais, entre outras razões. Isso ocorre freqüentemente em áreas de remanso de lagos e reservatórios, na forma de deltas arenosos que, por sua vez, contribuem para a retenção dos sedimentos vindos de montante. Transportam-se os materiais argilosos mais facilmente para o interior dos lagos e eles atingem primeiro a tomada d'água nos reservatórios".

A construção de reservatórios é uma das causas antrópicas do assoreamento uma vez que transforma ambientes deposicionais fluviais em lacustres. Este assoreamento pode ser

intensificado pelo acréscimo da carga sedimentar oriunda das áreas com processos erosivos intensificadas pelo uso inadequado do solo. CAMPAGNOLI (2001)

Nesta pesquisa a evolução do assoreamento na Represa Guarapiranga será mapeada em dois remansos de pequenas bacias hidrográficas contribuintes do sistema. Em virtude deste recorte considerou-se importante a conceituação também do termo remanso. Após consulta bibliográfica, observou-se que o termo é pouco citado na literatura geomorfológica e mesmo em trabalhos referentes à sedimentologia. Embora tenha sido encontrado em obras consultadas, apenas em GUERRA (1978 - pág. 307) apresentou-se uma definição bastante suscinta para o termo, considerando remanso o *"trecho de um rio no qual a corrente fluvial fica como que parada"*. Em um glossário de termos hidrlógico DNAEE (1983 - pág.10) remanso é definido como *"água represada ou retardada no seu curso em comparação ao escoamento normal ou natural"*.

Na legenda elaborada para mapear a evolução do assoreamento nos dois remansos serão identificados níveis de colmatagem, processo definido como *"trabalho de atulhamento ou de enchimento realizado pelos agentes naturais ou pelo homem em zonas deprimidas"*. GUERRA (1978 - pág. 98), ou ainda, *"deposição de partículas finas, como argila e silte, na superfície e nos interstícios de um meio poroso permeável, por exemplo, o solo, reduzindo-lhe a permeabilidade"* DNAEE (1983 - pág.22).

O processo de colmatagem considerado neste estudo ocorre na área de interface entre a dinâmica fluvial e a dinâmica lacustre, avançando para o lago nas áreas próximas aos remansos. Por estar em uma zona de transição, há nesta região morfogêneses distintas, influenciadas pela dinâmica fluvial, a dinâmica de lago e as variações do nível d'água da represa, exigindo critérios de identificação bastante claros que servirão como base para a análise final. Por outro lado, os processos fluviais e lacustres já foram amplamente estudados e estão descritos detalhadamente na literatura respectiva a cada caso, porém, a dinâmica impressa nesta zona de transição foi pouco estudada. Com este trabalho, buscam-se novos parâmetros na procura de caminhos que levem ao entendimento desta complexa questão.

Serão apresentados a seguir os principais aspectos das dinâmicas fluvial e lacustre como referência para a busca do entendimento desta nova dinâmica na área de interface entre elas.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1980) o trabalho dos rios é realizado através dos processos de transporte, erosão e deposição do material detrítico.

O transporte dos sedimentos pode ser feito através de solução da carga química dissolvida e transportada na mesma velocidade da água, de suspensão das partículas de granulometria reduzida (argila e silte) que são carregadas na mesma velocidade que a água até que a turbulência seja suficiente para mantê-las sem precipitar e da saltação onde as partículas de granulometria maior (areia e cascalhos) são roladas, deslizadas ou saltam, sendo transportadas de forma muito mais lenta que a água.

A carga detrítica aumenta mais que qualquer outro elemento da geometria hidráulica, pois ela não provém apenas da ação abrasiva do rio sobre o fundo e as margens, predominando o material trazido das vertentes por escoamento superficial.

A competência de transporte dos rios diminui em direção à jusante denotando uma menor competência fluvial decorrente da diminuição do cisalhamento (que é o produto da declividade e a profundidade média do canal).

A erosão fluvial é realizada através de três processos:

- corrosão: todos os processos químicos da água com as rochas superficiais;
- corrasão: desgaste pelo atrito mecânico;

- cavitação: ocorre sob condições de velocidades elevadas quando há fragmentação das rochas do leito.

O processo de deposição nos rios é decorrente da diminuição da competência ou da capacidade fluvial. Entre as várias formas originadas pela sedimentação, iremos destacar, de acordo com o interesse para esta pesquisa, apenas a planície de inundação e os deltas.

Entre outras definições será apresentada a encontrada em (CHRISTOFOLETTI (1980 - pág. 76): *"A planície de inundação é a faixa do vale fluvial composta de sedimentos aluviais, bordejando o curso de água, e periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio"*. Conhecidas também como "várzeas" na toponímia popular do Brasil, *"a planície de inundação é formada pelas aluviões o por materiais variados depositados no canal fluvial ou fora dele. Na vazante, o escoamento está restrito a parcelas do canal fluvial, onde há deposição de parte da carga detrítica com o progressivo abaixamento do nível das águas. Ao contrário, com as cheias, há elevação do nível das águas que, muitas vezes transbordando por sobre as margens, inundam as áreas baixas marginais".* (CHRISTOFOLETTI (1980 - pág. 75)

Na área de desembocadura dos rios no mar ou em lagos pode haver a formação de deltas, quando a deposição da carga detrítica é maior que a carreada pela erosão. O ambiente deltaico é extremamente dinâmico, e as feições decorrentes da deposição de sedimentos detríticos na desembocadura dos rios variam rapidamente, com o deslocamento de fluxos fluviais e destruição de deltas inativos para o mar. *"Essa complexidade é esperada porque os deltas resultam da interação de forças construtivas e destrutivas, e a relação entre os efeitos de tais mecanismos de deposição e de remoção depende das intensidades dos processos físicos, biológicos e químicos atuantes na região deltaica".*(CHRISTOFOLETTI (1980 - pág. 80)

Assim como no ambiente deltaico, as áreas de remanso das represas também apresentam complexidade de processos, entretanto podemos observar a diferença entre a ação ativa das forças do mar e o pequeno dinamismo encontrado em ambiente lacustre impresso pela represa.

A fim de completar esta busca de referências para o entendimento da dinâmica na interface flúvio-lacustre, procurou-se também embasamento no ramo da ciência denominado limnologia definido em ESTEVES (1988 - pág.5) como *"o estudo ecológico de todas as massas d'água continentais, independentemente de suas origens, dimensões e concentrações salinas. Portanto, além de lagos, inúmeros outros corpos d'água são objeto do estudo da limnologia como por exemplo: lagunas, açudes, lagoas, represas, rios, riachos, brejos, áreas alagáveis, águas subterrâneas, coleções d'água temporárias, nascentes e fototelmos (águas acumuladas nas bainhas de plantas, como, por exemplo, as bromélias)".*

Apesar de as primeiras pesquisas conhecidas atualmente sobre a fauna e aflora dos lagos, rios e brejos remontarem do tempo de Aristósteles (384-322 a.C.), a Limnologia consolidou-se como ciência apenas no início do século XX com a publicação do livro "Allgemeine Limnologie" (Manual da ciência dos lagos) por Françóis Alphonse Forel (1841-1912), considerado o "pai" desta ciência. ESTEVES (1988 - págs.1 a 5)

Atualmente, as complexas relações entre os componentes dos sistemas aquáticos continentais são feitas através de modelos matemáticos, possibilitando a realização de previsões e manejo destes ecossistemas.

Apesar de sua origem antrópica, as represas também são objeto de estudo para os limnólogos. Segundo ESTEVES (1988 - pág.84), a primeira obra de represamento no Brasil data de 1901 com a construção da represa Edgard de Souza no Rio Tietê.

Com a finalidade principal de geração de energia elétrica, a partir de então diversas barragens foram construídas no Brasil, resultando em um grande número de ecossistemas lacustres artificiais. De acordo com PAIVA (1982) *apud* ESTEVES (1988 - pág.85) até 1980

o número de represas de médio e grande porte no Brasil totalizava 1.060 (este número pode ser maior, pois represas em áreas particulares e municipais não foram incluídas neste levantamento). Somando a área das 154 maiores temos mais de 18.970 Km^2 represados. Somente no Estado de São Paulo existem mais de 55 represas de médio e grande porte cobrindo uma área de aproximadamente 5.500 Km^2.

Quanto à sua dinâmica, ESTEVES (1988 - pág.84) explica que *"dependendo de suas características hidráulicas, especialmente o tipo de tomada de água da barragem, as represas apresentam grande instabilidade limnológica. Estes ecossistemas, por apresentarem baixo tempo de residência da água (tempo de permanência da água na represa), podem ser considerados na sua grande maioria, como um estádio intermediário entre um rio e um lago, ou seja, entre ambiente lótico e lêntico. Outra característica das represas é a grande variação do nível d'água que pode ocorrer em pouco tempo, em função das necessidades de uso da água de uma usina".*

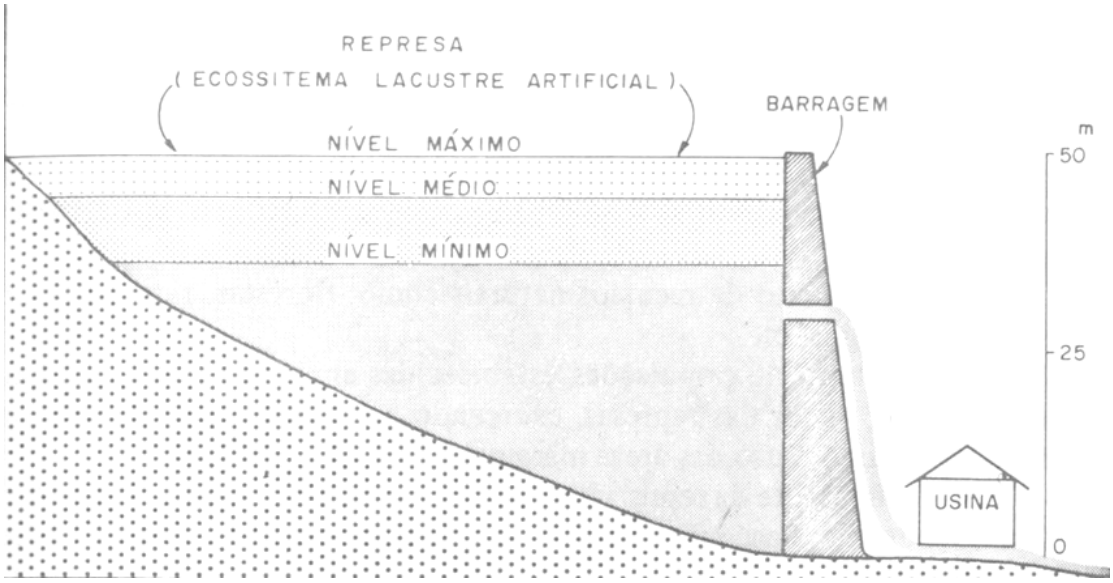

Figura 3: Esquema de uma represa, evidenciando a grande variação de nível da água.
Fonte: ESTEVES (1988 - pág.87)

Apesar de não apresentarem o comportamento idêntico ao de lagos naturais, alguns parâmetros da limnologia deverão ser levados em conta desde a proposição da legenda até a análise final dos resultados. Um destes parâmetros indica que, diferente da movimentação "rápida" e horizontal encontrada nos canais fluviais, o movimento mais importante na dinâmica dos lagos naturais é o vertical, impulsionado por propriedades da água como temperatura, densidade e salinidade.

No ambiente de interface selecionado nesta pesquisa, será considerada área onde predomina a dinâmica de lago as regiões onde não há mais sedimentação de partículas trazidas pelo rio, podendo ser encontradas apenas plumas de sedimentos, compostas por material floculado em suspensão.

Podemos encontrar outros dados sobre comportamento dos sedimentos em represas em CARVALHO (2000, pág.66): *"Comumente, o sedimento fino, com granulometria inferior a 0,062 mm, pode se mover em suspensão pelo reservatório formando correntes de densidade. Em grandes reservatórios, parte desse sedimento fino pode se depositar mais próximo da barragem, enquanto parte pode sair para jusante. O sedimento grosso, com granulometria maior que 0,062 mm, normalmente se deposita no reservatório para formar o delta. À medida que os depósitos se formam, os sedimentos grossos adentram no reservatório, depositando-se a montante e aumentando o remanso".*

De acordo com OLIVEIRA (1994) os dados disponíveis a respeito do assoreamento de reservatórios no Brasil, no seu conjunto, são escassos, indicando um quadro deficiente de informações perante o grande número de reservatórios implantados. Há o agravante da visão dicotômica reservatório X bacia hidrográfica que desconsidera que reservatório e bacia hidrográfica constituem um único sistema.

No caso da RMSP, o primeiro trabalho desenvolvido com objetivo de estudar a sedimentação em Reservatório de abastecimento foi realizado por PETRI & FULFARO (1965). Esta pesquisa foi motivada por uma intensa estiagem que assolou os anos de 1963 e 1964, trazendo como resultado redução de mais de 95% da área inundada do Reservatório Billings, (construído pelo represamento do Rio Grande e seu afluente Rio Pequeno em 1934).

Após trabalhos de observação no campo e análises granulométricas, chegou-se aos seguintes resultados *"A espessura dos sedimentos é pequena próximo às bordas, crescendo para o fundo. Atinge, em alguns pontos, a espessura máxima de 60 cm mas em geral, é da ordem de 30 cm. Como a represa foi construída em 1934, temos cerca de 30 cm de sedimentos depositados em 30 anos, o que dá uma média de 1 cm de sedimentos por ano. Esse valor é muito elevado para sedimentos pelíticos."* PETRI & FULFARO (1965 - pág. 9).

Enfocando a Represa Guarapiranga, há estudos mais recentes desenvolvidos principalmente dentro do Programa Guarapiranga. Para esta pesquisa foram selecionados dois relatórios desenvolvidos pelo IPT como base de dados sedimentológicos da área de estudo. Estes dados foram utilizados também na Tese de Doutoramento de CAMPAGNOLI (2002), geólogo responsável pela coordenação da pesquisa executada pelo IPT.

Os dados obtidos através dos relatórios e da tese citados serão detalhados nos resultados preliminares.

O plano de trabalho foi formulado através da divisão dos procedimentos em etapas sucessivas e complementares, como descrito abaixo:

1- Levantamento de dados: Compilação de todos os dados disponíveis e seleção dos mais significativos de acordo com os objetivos, técnicas e metodologias adotadas na pesquisa. Nesta etapa serão desenvolvidos:

- levantamento bibliográfico referente a: geografia urbana, geografia física aplicada, geomorfologia pura, aplicada e antrópica, geologia, sedimentologia e estratigrafia, hidrografia e limnologia e estudos publicados referentes à área de estudo;

- levantamento cartográfico sobre os temas: geologia, geomorfologia, pedologia, uso da terra, cartas topográficas, altimétricas e geotécnicas;

- levantamento de imagens: fotografias aéreas, imagens de satélite.

- Levantamento de dados sedimentométricos e dados de operação da represa.

2- Sistematização dos dados: através da realização dos seguintes procedimentos:

- confecção da base cartográfica na escala 1:10.000 - digitalização semi-automática no programa gráfico MicroStation da área das bacias hidrográficas selecionadas encontradas no Levantamento Aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo. Escala 1:10.000. Folhas 2234, 3211, 3333, 3335 (EMPLASA - 1981).

- restituição da evolução espacial do assoreamento nos remansos selecionados, através do uso do estereoscópio de bolso e estereoscópio de espelho, nas áreas de remanso do Ribeirão Guavirutuba e do Ribeirão Jaceguay, encontradas nas fotografias aéreas tiradas nos seguintes anos e nas respectivas escalas: 1932 (1:5.000), 1952 (1:25.000),

1962 (1:25.000), 1973 (1:8.000), 1986 (1:10.000), 1984 (1:25.000) e 2000 (1:8.000) - As restituições serão feitas com o nível de detalhamento exigido pela escala 1:10.000, para posterior ajuste dos overlays de reconstituição na base cartográfica gerada para esta escala. O recorte espacial destas reconstituições foi feito no limite entre a área de influência da dinâmica flúvio-lacustre e a dinâmica de vertente.

- reconhecimento das modalidades de ocupação predominantes em cada bacia hidrográfica, nos anos a serem mapeados, através de documentos cartográficos pré-existentes, fotografias aéreas e imagens de satélite. Os dados serão tabulados em forma de gráficos. Os padrões e estágios do modelo de ocupação serão agrupados em categorias simplificadas, de acordo com a relevância para a análise morfodinâmica proposta, levando em conta aspectos como as mudanças na coesão dos materiais e na impermeabilização do solo.

2- Correlação dos dados. Os procedimentos serão os seguintes:

- Ajuste dos overlays da evolução espacial do assoreamento nos remansos selecionados às bases cartográficas;

- Correlação entre as restituições relativas a cada ano selecionado através da identificação de pontos de controle que permitam o georreferenciamento para sobreposição das informações de todos os Overlays mostrando a evolução da sedimentação nos remansos.

- Correlação entre as possíveis mudanças espaciais a serem encontradas, as modalidades de ocupação predominantes em cada bacia hidrográfica e os dados de sondagem do reservatório.

3- Análise e interpretação dos dados: A análise será essencialmente espacial (em área). Com informações obtidas pelas restituições fotográficas e leitura dos documentos cartográficos selecionados e produzidos, será viabilizada a análise evolutiva quantitativa, apontando quanto, onde e quando ocorreram as modificações na morfologia identificada na área.

Deverão ser encontradas, a partir desta interpretação taxas de sedimentação do tipo m^2/década no Remanso do Ribeirão Guavirutuba (área com grande perturbação antrópica) e no Remanso do Ribeirão Jaceguay (área com pouca perturbação antrópica), contribuindo, desta forma para a lista dos geoindicadores.

Serão incorporadas na análise as correlações efetuadas entre as variáveis uso da terra/ações antrópicas e dados sedimentométricos da represa. Dessa forma a análise levará em conta: mudanças morfológicas nos remansos, mudanças de uso da terra nas bacias hidrográficas e mudanças estratigráficas.

Para não haver distorções nesta interpretação, serão considerados também os dados de operação da represa em todos os anos estudados, além de uma análise dos materiais coletados em 1994 (IPT, 1998), demonstrando os tipos de sedimentos depositados após a ruptura do sistema natural pré-existente.

Serão também realizados trabalhos de campo para averiguação das condições atuais (naturais e antrópicas), e ensaios fotográficos para ilustração de fenômenos pontuais não mapeáveis.

Todas estas análises serão desenvolvidas baseadas nos pressupostos oferecidos pela geomorfologia urbana, cartografia geomorfológica evolutiva e geoindicadores.

RESULTADOS PARCIAIS

Na fase atual da pesquisa todos os dados foram levantados e selecionados, apresentando, porém, alguns problemas na conclusão do trabalho.

O principal deles foi a localização dos pontos de sondagens nos estudos que seriam utilizados como referência quanto aos dados sedimentológicos (IPT, 1998, 2000). Enquanto há dois pontos próximos ao remanso do Ribeirão Guavirutuba, não há nenhum nos arredores do remanso do Ribeirão Jaceguay. Para não perder-se a referência dos dados sedimentológicos foram propostas análises de sedimentos coletados em campo. Até o presente esta análise ainda não foi realizada em virtude da dificuldade em coletar o material dos remansos com o nível da represa ainda bastante alto.

As fotografias aéreas selecionadas para restituição, suas respectivas datas, e os Níveis de Água correspondentes em cada data, são demonstrados na tabela a seguir:

Tabela 2: Fotografias Aéreas e Níveis de Água da represa

Data	Escala	Faixa/ Região	Nº das fotografias	N.A. da represa
21/01/1932	1:5.000	Fx11	J[1]- 34437 e 34438	734.13
			G[2]- 34457, 34458 e 34459	734.13
15/11/1952	1:25.000	[3]		
		G- Fx 1	17 e 18	728.85
20/06/1962	1:25.000	Região 7	T- 4041, 4042	735.80
			T- 3989, 3990	735.80
25/06/1972	1:25.000	J- Fx- 296G	J- 33.024, 33.025	734.06
29/06/1972	1:25.000	G- Fx- 295G	G- 33.366, 33.367	733.96
18/11/1986	1:10.000	J- Fx 136	J- 39, 40	732.92
22/06/1986	1:10.000	G- Fx 132a	G- 31, 32	734.01
Março/1994[4]	1:25.000	Fx 8a	J- 28, 29	735.38 - 734.98
			G- 30-31	735.38 - 734.98
19/05/2000	1:6.000	J- Fx12	J- 62 e 63	733.24
		G- Fx11	G- 57 e 58	733.24

[1] Remanso do Ribeirão Jaceguay
[2] Remanso do Ribeirão Guavirutuba
[3] O vôo não abrange a área do Ribeirão Jaceguay
[4] A data do Vôo não foi registrada pelo piloto da Base SA, por isto, foram apresentados os Níveis de Água mínimos e máximos do mês de março.

Como demonstra a tabela, foram encontrados dois problemas nas aquisições de dados das fotografias aéreas. O primeiro no ano de 1994, pois segundo informação de técnicos da Base SA, em virtude de uma falha do piloto, não foi anotado o dia na ficha de vôo. A única informação disponível é o mês em que o vôo aconteceu.

O levantamento das datas de cada vôo foi uma etapa bastante complicada no desenvolvimento da pesquisa. A aquisição destes dados é dificultada pela falta de acesso aos relatórios internos das empresas privadas responsáveis pelos levantamentos aerofotogramétricos, uma vez que esta informação não é oferecida aos órgãos de pesquisa onde adquirimos as fotografias aéreas (geralmente temos apenas o mês e o ano dos vôos).

O segundo problema ocorreu na abrangência do vôo do ano de 1952, cuja área não engloba a Bacia do Ribeirão Guavirituba.

Os procedimentos cartográficos, assim como o cotejo da evolução do uso da terra nas duas sub-bacias estão em fase de conclusão, faltando, porém uma revisão detalhada para que se possa começar a etapa de análises finais.

Para inserir, de forma bastante preliminar, alguns dados de evolução espacial, decidiu-se por incluir fragmentos de fotografias aéreas dos remansos na primeira data (1932) e na última (2000).

Observando estes fragmentos podemos notar o grande avanço da sedimentação, especialmente no remanso referente ao Ribeirão Guavirutuba, porém só a análise dessa evolução a cada década, correlacionada aos usos da terra e os Níveis de Água da represa em cada período poderão apresentar posssibilidades mais ricas de análise.

Figura 4: detalhe do remanso do Ribeirão Jaceguay (1932)

Figura 5: detalhe do remanso do Ribeirão Jaceguay (2000)

Figura 6: detalhe do remanso do Ribeirão Guavirutuba (1932)

Figura 7: detalhe do remanso do Ribeirão Guavirutuba (2000)

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. São Paulo**. Tese de Doutoramento. DG/FFLCH-USP, 1956.

CAMPAGNOLI F. **A aplicação do assoreamento na definição de Geoindicadores ambientais em áreas urbanas – Exemplo na Bacia do Alto Tietê, SP. São Paulo**. Tese de Doutoramento, POLI-USP, 2002.

CARVALHO, N.O. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios** - Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COLTRINARI, L. Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do médio vale do Rio Parateí, SP (1:25.000). **Revista de Departamento de Geografia,** São Paulo DG/FFLCH-USP, n.1, 1982.

COLTRINARI, L.& McALL, G.J.H. Geoindicadores: Ciências da Terra e Mudanças Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia,** São Paulo DG/FFLCH-USP, n.9, 1995.

COLTRINARI, L. Mudanças Ambientais Globais e Geoindicadores. **Pesquisas em Geociências,** São Paulo, vol. 28, 2001.

DNAEE. Segundo Glossário de Termos Hidrlógicos. Brasília: Divisão de Controle de Recursos Hídricos, 1983.

DOUGLAS, I. The impact of urbanisation on fluvial geomorphology in the humid tropics. IN: SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL GEOMORPHOLOGY IN TROPICAL REGIONS. Lubumbashi. Geo-Eco-Trop, fasc 1 e 2, 1983.

DEMEK, J. Generalization of geomorphological mapping. In: DEMEK, J. **Progress made in geomorphological mapping**. Brn, Proceedings of the IGU. Comission on Applied Geomorphology, Sub-comm. Mapping. (tradução: Fabiano A. Oliveira; revisão: Lylian Coltrinary), 1977.

EMPLASA, **Levantamento Aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo**. Escala 1:10.000. Folhas 2234, 3211, 3333, 3335, 1981.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 1988.

GREGORY, K.J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico Geomorfológico**. 6 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

GUPTA, A. Geomorphology and the urban tropics: building na interface between research and usage. **Geomorphology. n. 31**, 1999a.

GUPTA, A. Geoindicators for tropical urbanization. **Anais da Regional Conference on geomorphology** (no prelo). Rio de Janeiro. UFJR, 1999b.

IPT **Estudo da Dinâmica Sedimentar do Reservatório Guarapiranga**. Relatório nº 36.787, 1998.

IPT **Diagnóstico e monitoramento do assoreamento dos reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo** - Relatório parcial. Relatório interno 38.862, 2000.

LIMA, C.R. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica**. São Paulo DG/FFLCH-USP, Dissertação de Mestrado, 1990.

OLIVEIRA, A.M.S. **Depósitos tectogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo DG/FFLCH-USP. Tese de Doutoramento, 1994.

HART, M.G. **Geomorphology pure and applied**. London: George Allen&Unwin, 1986.

MENDES, D. & CARVALHO, M.C.W. A ocupação da Bacia do Guarapiranga: Perspectiva histórico-urbanística. FRANÇA, E. (org) **Guarapiranga: Recuperação urbana e ambiental no Município de São Paulo**. São Paulo: M. Carrilho Arquitetos, 2000.

NIR,O. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalém: Ketem Pub House. 1993.

PDPA Guarapiranga. **Subsídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga**. Governo do Estado de São Paulo - Secretaria de Estado de Recursos hídricos, Saneamento e Obras, 2000.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros**. São Paulo DG/FFLCH-USP, Tese de Doutoramento, 1997a.

RODRIGUES, C. Qualidade Ambiental Urbana: Como Avaliar? **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo DG/FFLCH-USP, n.11, 1997b.

RODRIGUES, C. **On antropogeomorphology**. Rio de Janeiro, Regional Conference on Geomorphology (no prelo) 1999.

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Laboratório de Geomorfologia – DG/FFLCH-USP. Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT/FAPESP. Escala 1:500.000, 1997.

RUDIO, F.V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1986.

SALES, M.M.L. et. all. A ocupação da Represa e as ações do Programa Guarapiranga. FRANÇA, E. (org) **Guarapiranga: Recuperação urbana e ambiental no Município de São Paulo**. São Paulo. M. Carrilho Arquitetos, 2000.

SANTOS, J.L. **Proposta Metodológica para avaliação geométrica de áreas desapropriadas em zona urbana com o uso do sistema GPS e Ortofotos Digitais: estudo de caso**. São Paulo Escola Politécnica-USP. Tese de Doutoramento, 2004.

SATO, S.S. **Sistema de controle de qualidade dos processos fotogramétricos digitais para produção de dados espaciais.** São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos-USP, Tese de Doutoramento, 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

THOMAS, M.F. **Tropical Geomorfphology.** London: McMillan, 1974.

TOY & HADLEY, R.F. **Geomorphology and reclamation of disturbed lands**. London: Academic Press Inc, 1987.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TRICART & CAILLEUX. **Principies et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson et Cie Editeus, 1965.

TRICART,J & KILLIAN,J. **L'éco-geographie et l'amenagent du mileu naturel**. Paris: François Maspero, 1979.

TSUGAWA, J.K. **Elaboração de um mapa de risco potencial à processos geológicos da Bacia Guavirutuba, visando a prevenção do assoreamento da Represa Guarapiranga**. São Paulo) Instituto de Geociências USP, Monografia de Trabalho de formatura, 1998.

VERSTAPEN, H.T. **Applied Geomorphology: geomorphological surveys for environmental development.** Amsterdan: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983.